

# KULTUR TEKNIS SEBAGAI DASAR PENGENDALIAN HAMA KUTU KEBUL *Bemisia tabaci* Genn. PADA TANAMAN KEDELAI

Alfi Inayati dan Marwoto <sup>1)</sup>

## ABSTRAK

**Kultur Teknis Sebagai Dasar Pengendalian Hama Kutu Kebul *Bemisia tabaci* Genn. pada Tanaman Kedelai.** Salah satu gangguan dalam meningkatkan produksi kedelai adalah serangan hama kutu kebul *Bemisia tabaci* Gennadius. Kehilangan hasil akibat serangan hama kutu kebul ini dapat mencapai 80%, bahkan pada serangan berat dapat menyebabkan puso (gagal panen). Sebagian besar pengendalian hama kutu kebul pada tanaman kedelai di tingkat petani sampai kini masih mengandalkan insektisida, namun demikian masih sering gagal karena tidak atau kurang efektif. Pengendalian hama kutu kebul dapat dilakukan dengan penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Prinsip operasional yang digunakan dalam pelaksanaan PHT salah satunya adalah: Budidaya tanaman sehat. Tanaman yang sehat mempunyai ketahanan ekologi yang tinggi terhadap gangguan hama. Pengendalian kultur teknis merupakan tindakan preventif, dilakukan sebelum serangan hama terjadi dengan sasaran agar populasi tidak meningkat sampai melebihi ambang kendalinya. Pengendalian hama kutu kebul secara kultur teknis dapat dilakukan dengan cara: (a) penanaman kedelai lebih awal, (b) penanaman varietas toleran, (c) penanaman tanaman penghalang, misalnya jagung di antara kedelai, (d) sistem pengairan yang teratur misalnya pengairan curah (*sprinkler*), (e) pergiliran tanaman bukan inang, dan (f) sanitasi. Untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengendalian secara bercocok tanam perlu dipadukan dengan teknik-teknik pengendalian hama lainnya sesuai dengan prinsip-prinsip PHT.

Kata kunci: kutu kebul, *Bemisia tabaci*, PHT, kultur teknis

## ABSTRACT

**Culture Practices: The Whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) Control Technique on Soybean.** One of the constrain on soybean production is whitefly, *B. tabaci* Genn, infestation. The severe damage cause 80 % yield loss. The use of insecticides is the common methods to control whitefly, however this

chemical control is ineffective to control the whitefly. Thus integrated Pest Management (IPM) suggested to be one of strategy to control the whitefly. One of principle on IPM strategy to control whitefly is management of healthy plant. The healthy plant has the ability to counter the pest attack. The culture practice control is a preventive which is done prior to pest attack. The purpose of the preventive action is to suppress the pest population under the economic threshold. Culture practices that may recommended to control whitefly on soybean are: (a) early planting, (b) planting tolerant varieties, (c) planting maize as a crop barrier, (d) the use of sprinkler irrigation, (e) crop rotation, and (f) sanitation. To increase the effectiveness and efficiency of the cultural control it is necessary to combine the cultural practices control techniques with other pest control in which is appropriate to the IPM principles.

Key words: the whitefly *Bemisia tabaci*, IPM, culture practice

## PENDAHULUAN

Salah satu ancaman dalam meningkatkan produksi kedelai adalah adanya serangan hama. Di Indonesia telah diidentifikasi 266 jenis serangga yang berasosiasi dengan tanaman kedelai yang terdiri dari 111 jenis serangga hama, 53 jenis serangga yang berstatus kurang penting, 61 jenis serangga predator dan 41 jenis serangga parasit (Okada *et al.* 1988). Di antara 111 jenis serangga hama tersebut, tercatat 50 jenis hama perusak daun, namun yang berstatus hama penting hanya 9 jenis dan termasuk di antaranya kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.). Kutu kebul menjadi salah satu hama yang penting, karena disamping sebagai perusak daun juga sebagai serangga hama pembawa virus. Kehilangan hasil akibat serangan kutu kebul dapat mencapai 80%, bahkan pada kerusakan berat menyebabkan puso. Usaha pengendalian yang dilakukan terhadap serangan *B. tabaci* masih bertumpu pada aplikasi pestisida. Banyak insektisida telah digunakan untuk mengendalikan *B. tabaci* seperti Acetamiprid (Zabel *et al.* 2001, Luo *et al.* 2010), Buprofezin, Diafenthiuron (Gerling dan Naranjo 1998) dan Carbosulfan (Manzano *et al.* 2003) namun pengendalian dengan insektisida-insektisida tersebut belum memberikan hasil yang memuaskan demikian

<sup>1)</sup> Balai Tanaman Aneka Kacang dan Umbi; Jl. Raya Kendalpayak km 8, Kotak Pos 66, Malang 65101; email: alfiinayati2@gmail.com

<sup>2)</sup> Naskah diterima tanggal 28 Februari 2015; disetujui untuk diterbitkan tanggal 3 April 2015.

pula halnya insektisida berbahan aktif imidacloprid, thiamethoxam, pyriproxyfen, buprofezin, pyridaben dan pymetrozin dilaporkan juga tidak mampu mengendalikan hama kutu kebul bahkan insektisida-insektisida tersebut dilaporkan telah menimbulkan resistensi pada hama ini (Palumbo *et al.* (2001), Fernandez *et al.* (2009), Luo *et al.* (2010).

Gagasan mengurangi dan membatasi penggunaan pestisida kimia untuk mengendalikan hama agar mengurangi dampak samping yang merugikan telah lama di bahas oleh pakar-pakar dunia demikian pula di Indonesia. Pengendalian hama secara terpadu merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk mengendalikan hama kutu kebul. Konsep pengendalian hama secara terpadu (*Integrated Pest Control*) pertama dikemukakan oleh Stern *et al.* (1959) yaitu membuat kombinasi rasional antara penggunaan pestisida kimia, biologi, dan cara pengendalian lainnya untuk mengendalikan populasi hama. Empat elemen dasar dalam IPM yang dikemukakan Stern *et al.* (1959) yaitu penentuan ambang kendali untuk menentukan saat perlunya dilakukan tindakan pengendalian, *sampling* untuk menentukan titik kritis tanaman atau stadium pertumbuhan hama, pemahaman tentang kapasitas pengendalian secara alami yang ada, dan penggunaan insektisida yang selektif jenis dan cara aplikasinya. Konsep yang sama di Indonesia dikenal sebagai Pengendalian Hama Terpadu (PHT) (Oka 2005) dengan sasaran mengurangi penggunaan pestisida yang dipadukan dengan komponen pengendalian lainnya. Dalam UU No 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman, PHT memperoleh dukungan yang kuat. Strategi pengendalian hama yang dapat digunakan dalam PHT yaitu: (1) mengusahakan pertumbuhan tanaman sehat, (2) pengendalian hayati, (3) penggunaan varietas tahan, (4) pengendalian secara mekanik, (5) pengendalian secara fisik, (6), pengendalian dengan menggunakan senyawa kimia semio (*semiochemicals*) yaitu dengan memanfaatkan senyawa kimia alami yang dihasilkan oleh organisme tertentu untuk mempengaruhi sifat serangga hama, (7) pengendalian secara genetik, dan (8) penggunaan pestisida. Salah satu prinsip operasional yang digunakan dalam PHT yaitu budidaya tanaman sehat dilakukan melalui perbaikan cara kultur teknis.

Tulisan ini merupakan ulasan dari berbagai upaya pengendalian hama kutu kebul pada tanaman kedelai melalui pendekatan PHT khususnya pengendalian secara kultur teknis.

Review ini diharapkan dapat menjadi tambahan informasi bagi para stakeholder PHT termasuk petani, penyuluh, mahasiswa, atau pihak-pihak terkait tentang pengendalian hama kutu kebul utamanya pengendalian kutu kebul melalui pendekatan kultur teknis.

## HAMA KUTU KEBUL PADA TANAMAN KEDELAI

### a. Bio-ekologi kutu kebul

Kutu kebul termasuk dalam ordo Homoptera, famili Aleyrodidae, genus *Bemisia*, dan spesies *tabaci*. Imago atau serangga dewasa berukuran antara 1–1,5 mm, berwarna putih, dan sayapnya jernih ditutupi lapisan lilin yang bertepung. Telur kutu kebul berbentuk lonjong, berwarna kuning terang, berukuran panjang antara 0,2–0,3 mm. Nimfa terdiri atas tiga instar, yaitu instar ke-1 berbentuk bulat telur dan pipih, berwarna kuning kehijauan, dan bertungkai yang berfungsi untuk merangkak. Nimfa instar ke 2 dan ke 3 tidak bertungkai, dan selama masa pertumbuhannya hanya melekat pada daun (Mound dan Halsey (1978).

Kutu kebul juga merupakan serangga polipagus dengan sebaran geografis yang sangat luas mulai dari Asia, Eropa, dan Amerika Utara (Hills 1987; Naranjo 2009; Cuthbertson 2013). Sampai tahun 2008, Simmons *et al.* menyebutkan kutu kebul mempunyai lebih dari 500 jenis tanaman inang, dan jumlah ini diperkirakan akan terus bertambah. Luasnya daerah sebaran dan ragamnya jenis tanaman inang ini menyebabkan kutu kebul dapat eksis sepanjang tahun sehingga tindakan pengendaliannya menjadi semakin sulit (Naranjo *et al.* 2010).

Informasi mengenai biologi kutu kebul di Indonesia termasuk biotipe, tanaman inang dan bio-ekologinya sangat kurang sehingga strategi pengendalian yang dilakukan belum memberikan hasil yang memuaskan. Informasi biotipe kutu kebul yang menyerang tanaman kedelai di Indonesia hingga saat ini belum ada. Pengetahuan tentang biotipe pada kutu kebul sangat diperlukan karena perbedaan biotipe pada kutu kebul menunjukkan perbedaan karakter biologi seperti kemampuan menginvasi, profil ketahanan terhadap insektisida, kompetensinya sebagai vektor, dan sebaran inangnya (Shatters *et al.* 2009). Penelitian yang dilakukan Srinivasan *et al.* (2013) dengan teknik sekuensing *Mitochondrial Cytochrome Oxidation I* (COI) hanya menyebutkan bahwa kutu kebul pada tanaman kedelai

di Jawa termasuk dalam grup Asia I, sementara itu penelitian de Barro *et al.* (2011) menyebutkan terdapat 11 grup dan sedikitnya 24 jenis kutu kebul yang identik secara morfologi namun mempunyai perbedaan yang sangat jelas pada susunan genetiknya. Lebih lanjut penelitian Bethke *et al.* (2009) menyebutkan biotipe B (*spesies Middle East-Asia minor I*) dan biotipe Q (*spesies Mediterranean*) merupakan biotipe yang paling berbahaya. Biotipe B sangat agresif mengkolonisasi tanaman dan merupakan vektor virus yang efektif, sedangkan biotipe Q sangat resisten terhadap insektisida (Jones *et al.* 2008; McKenzie *et al.* 2009). Penelitian da Silva *et al.* (2012) menyatakan bahwa kutu kebul yang menyerang tanaman kedelai di Brazil adalah biotipe B. Namun karena kutu kebul sangat mudah dipengaruhi perubahan lingkungan, maka perubahan biotipe juga sangat besar kemungkinannya terjadi seperti yang terjadi di Malaysia seperti yang dilaporkan Shadmany *et al.* (2013) bahwa sebagian besar kutu kebul yang terdapat di Malaysia termasuk dalam biotipe Q yang termasuk dalam kelompok Mediterra- nia, dan hanya sebagian kecil yang termasuk dalam kelompok Asia I. Hal ini terjadi akibat resistensi terhadap jenis pestisida tertentu.

#### **b. Status kutu kebul**

Di Indonesia, kutu kebul dianggap sebagai hama penting pada tanaman kedelai karena telah menyebabkan kerugian yang besar. Kehilangan hasil pada tanaman kedelai terserang kutu kebul dilaporkan mencapai 80% (Tengkanan *et al.* 1991). Kutu kebul merusak tanaman secara langsung dengan cara mengisap cairan floem pada daun dan secara tidak langsung, karena banyak memproduksi embun madu yang merupakan media tumbuh cendawan jelaga (Perring 2001, Hequet *et al.* 2007). Cendawan jelaga selanjutnya akan menutup permukaan daun, menghalangi proses fotosintesis dan akhirnya berpengaruh terhadap hasil tanaman (Hequet *et al.* 2007). Selain itu kerusakan tanaman yang terserang kutu kebul akan semakin parah karena kutu kebul bertindak sebagai vektor beberapa penyakit virus (Morin *et al.* 1999; Briddon dan Markham, 2000; Hunter dan Woolley, 2001; Fukuta *et al.* 2003; Valverde *et al.* 2004; Byamukama *et al.* 2004). Kutu kebul merupakan vektor utama penyakit virus dari golongan geminivirus dan lebih dari 192 jenis virus kelompok ini ditularkan oleh kutu kebul (Brown *et al.* 2011). Pada kedelai dan kacang-kacangan lain, kutu kebul dapat menularkan virus *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV). Di

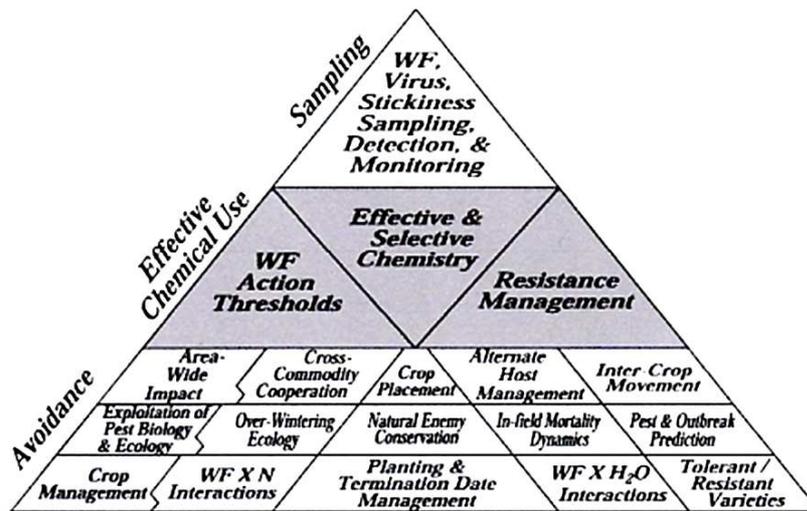
Jawa Timur terdapat enam strain virus yang menyerang tanaman kedelai yaitu CPMMV, BICMV, BYMV, SSV, PStV dan SMV, dimana semua virus tersebut ditransmisikan oleh vektor serangga, salah satunya adalah kutu kebul. Infeksi virus pada tanaman kedelai pada umumnya menghasilkan gejala yang serupa yakni klorosis, belang dan mosaik pada daun, daun keriting sehingga sulit dibedakan (Saleh dan Hardaningsih 2007).

Kompleksnya hama kutu kebul ini menyebabkan sulitnya cara pengendalian yang benar-benar efektif untuk mengendalikan kutu kebul. Terlebih lagi di Indonesia, informasi tentang kompleks hama kutu kebul sangat kurang sehingga tindakan pengendalian yang dilakukan belum memberikan hasil yang memuaskan.

### **PENGELOLAAN HAMA TERPADU KUTU KEBUL PADA TANAMAN KEDELAI**

Seperti telah dijelaskan sebelumnya kutu kebul mempunyai daerah sebaran dan inang yang sangat luas sehingga memungkinkan hama ini dapat berkembang sepanjang tahun. Sifatnya yang sangat kompleks ini menyebabkan kutu kebul bukan hanya menjadi hama bagi satu jenis tanaman namun merupakan hama bagi ekosistem, karena itu diperlukan sebuah formulasi strategi pengendalian baik yang bersifat lokal maupun regional (Naranjo dan Elsworth 2009).

Penerapan PHT dalam mengendalikan kutu kebul pada tanaman kedelai di Indonesia menjadi strategis mengingat status penting hama ini pada tanaman kedelai di Indonesia dan sulitnya hama kutu kebul ini dikendalikan menggunakan cara-cara pengendalian tunggal. Pada PHT, pengendalian dilakukan dengan cara pendekatan yang didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan ekosistem yang berwawasan lingkungan yang berkelanjutan. Pengendalian kutu kebul dengan model PHT telah diperkenalkan oleh Ellsworth dan Carillo (2001) dengan merumuskan tiga kunci utama pengelolaan kutu kebul, yaitu: (1) pengambilan contoh (*sampling*) dan deteksi, (2) penggunaan pestisida kimia yang efektif, dan (3) penghindaran (*avoidance*) melalui pengelolaan tanaman, eksploitasi biologi dan ekologi dari hama, dan dampak pada daerah yang luas (*areawide impact*). Penerapan konsep PHT ini untuk mengendalikan kutu kebul pada tanaman kapas di Amerika berhasil menekan biaya produksi lebih dari 200 juta dolar serta peningkatan



Gambar 1. Konsep PHT untuk pengendalian kutu kebul yang terdiri dari tiga kunci utama cara pengendalian; sampling, penggunaan inektisida kimia yang efektif, dan penghindaran.

Sumber: Ellsworth dan Carrillo 2001.

pemanfaatan bahan alami di sekitar ekosistem selama lebih dari 14 tahun (Naranjo dan Ellsworth 2009). Pengelolaan tanaman yang dilakukan untuk mendukung keberhasilan PHT pada tanaman kapas di Arizona, Amerika tersebut memadukan berbagai cara pengendalian seperti pada Gambar 1.

Prinsip PHT untuk mengendalikan kutu kebul seperti yang diterapkan pada tanaman kapas di Amerika berpeluang untuk diterapkan pada tanaman kedelai di Indonesia. *Sampling* diletakkan pada puncak piramida Ellsworth dan Carrillo (2001) karena merupakan langkah awal yang sangat penting untuk mendukung keberhasilan upaya-upaya pengendalian lainnya. *Sampling* meliputi kegiatan identifikasi spesies kutu kebul dan virus yang ditularkannya serta monitoring penyebaran kutu kebul mulai dari peletakan telur sampai distribusi imagonya pada tanaman. *Sampling* yang tepat akan memberikan informasi penting untuk menentukan titik kritis tanaman dan stadium pertumbuhan hama yang paling merusak tanaman. Dengan *sampling* yang tepat akan diperoleh informasi yang tepat pula tentang hama sasaran sebagai dasar untuk menentukan tindakan pengendalian berikutnya. *Sampling* untuk kutu kebul pada tanaman kedelai yang ada di Indonesia masih terbatas pada monitoring penyebaran kutu kebul pada tanaman. Hanya ada satu informasi tentang spesies kutu kebul yang ada pada tana-

man kedelai di Indonesia, demikian juga laporan tentang virus-virus yang dibawanya serta tanaman inang alternatifnya masih sangat terbatas. Hal ini menyebabkan tindakan pengendalian lainnya tidak memberikan hasil yang memuaskan.

Penggunaan pestisida kimia yang efektif secara bijaksana dengan memperhatikan ambang kendali diperbolehkan dalam penerapan PHT terutama untuk menekan populasi hama agar tidak melebihi ambang batas ekonomi. Dalam piramida Ellsworth dan Carrillo (2001) dijelaskan pestisida kimia yang digunakan sebaiknya yang bersifat selektif misalnya mempunyai sifat mampu mensistesis khitin sehingga efektif untuk mengendalikan nimfa pada beberapa stadia, bersifat mensterilkan telur dan mencegah metamorfosis instar empat menjadi imago. Meskipun demikian, pengendalian dengan insektisida tertentu dalam jangka waktu lama perlu mendapat perhatian karena sifat kutu kebul yang mudah resisten terhadap bahan kimia. Salah satu contoh insektisida berbahan aktif imidakloprid yang memberikan hasil sangat baik pada tanaman kapas dan kedelai pada aplikasi pertama ternyata tidak memberikan hasil yang sama setelah beberapa kali digunakan untuk mengendalikan kutu kebul pada tanaman kedelai.

Pada dasar piramida, Ellsworth dan Carrillo (2001) meletakkan semua upaya untuk menekan populasi kutu kebul di bawah ambang

kendali yang disebutnya sebagai penghindaran (*avoidance*). Upaya penghindaran yang dianjurkan meliputi manajemen tanaman dan lingkungan sehingga terhindar dari kerusakan parah akibat kutu kebul. Strategi pelaksanaan PHT diupayakan mendukung secara kompatibel semua teknik dan metode pengendalian hama dan penyakit didasarkan pada asas ekologi dan ekonomi. Penerapan PHT pada areal yang luas (*areawide impact*) juga akan lebih efektif ketika diterapkan untuk mengendalikan hama-hama yang kompleks seperti kutu kebul. Konsep ini telah dikenal sejak tahun 1800-an melalui koordinasi pengendalian hama yang dilakukan secara bersama-sama dalam satu wilayah yang luas, tidak sendiri-sendiri dengan tujuan pengendalian secara meluas sebagai program eradikasi untuk menurunkan populasi hama menjadi nol (Faust 2008).

Penerapan PHT untuk mengendalikan kutu kebul pada tanaman kedelai di Indonesia diharapkan akan memberikan hasil serupa yaitu dapat menekan biaya produksi akibat pengurangan penggunaan insektisida, pemanfaatan musuh alami, dan aplikasi teknik budidaya yang tepat yang dapat meningkatkan keberhasilan pengendalian kutu kebul.

Untuk mengembangkan teknik pengendalian hama ini diperlukan pengetahuan sifat-sifat ekosistem setempat khususnya tentang ekologi dan perilaku hama seperti tentang bagaimana hama memperoleh berbagai persyaratan bagi kehidupannya termasuk makanan, perkawinan, dan tempat persembunyian untuk menghindari serangan cuaca buruk dan berbagai musuh alami (Untung 2006). Pengetahuan biologi dan ekologi hama dapat menjadi informasi penting untuk mengerti tentang titik lemah hama sehingga dapat diketahui fase hidup hama yang paling tepat untuk dilakukan pengendalian.

### **PENGENDALIAN KUTU KEBUL DENGAN KULTUR TEKNIS**

Dalam implementasi PHT, teknik pengendalian hama secara bercocok tanam mencakup pengertian yang luas yaitu pengelolaan lingkungan pertanaman (Pedigo 1989). Pengelolaan tanaman termasuk tindakan pencegahan atau preventif yang dilakukan sebelum serangan hama terjadi dengan sasaran agar populasi hama tidak meningkat sampai melebihi ambang kendalinya. Agar hasilnya memuaskan penerapan teknik ini perlu direncanakan sebelumnya dengan memperhatikan aspek biologi dan ekologi hama,

tanaman yang dibudidayakan, lingkungan pertanaman dan praktik budidaya yang biasa dilakukan.

Salah satu prinsip operasional yang dapat digunakan dalam PHT adalah dengan budidaya tanaman sehat. Dalam Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu (SLPHT), budidaya tanaman sehat merupakan suatu teknik pengelolaan lingkungan tanaman untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal dan membuat lingkungan tanaman menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan pembiakan atau pertumbuhan serangga hama dan penyakit serta mendorong berfungsinya agensia pengendali hayati. Upaya ini diharapkan membuat tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit.

Manajemen kesehatan tanaman (*plant health management*) seperti yang didefinisikan oleh Cook (2000) merupakan sebuah pemahaman yang didasarkan ilmu pengetahuan dan tindakan praktis untuk memahami dan mengatasi faktor-faktor pembatas tanaman baik yang bersifat biotik maupun abiotik sehingga tanaman mampu mengeluarkan potensi genetiknya secara optimal. Dalam praktik, manajemen kesehatan tanaman ini diwujudkan dalam cara-cara bercocok tanam yang sesuai dengan kondisi lingkungan sehingga tanaman dapat tumbuh pada kondisi idealnya termasuk juga teknik-teknik pengendalian hama dan penyakit. Karena teknik pengendalian ini merupakan bagian teknik budidaya tanaman yang umum dalam pelaksanaannya, petani tidak perlu mengeluarkan biaya khusus untuk pengendalian hama. Dengan demikian teknik pengendalian ini merupakan teknik pengendalian yang murah, pengendalian ini tidak menyebabkan pencemaran lingkungan, dan mudah dikerjakan oleh petani perseorangan maupun kelompok.

Pengelolaan tanaman melalui cara-cara budidaya tanaman yang tepat dapat dimanfaatkan untuk menyusun strategi pengendalian hama termasuk kutu kebul. Menurut Pedigo (1996), teknik pengendalian hama secara budidaya dapat dikelompokkan menjadi empat sesuai dengan sasaran yang akan dicapai yaitu: (1) mengurangi kesesuaian ekosistem, (2) mengganggu kontinuitas penyediaan penyediaan keperluan hidup hama, (3) mengalihkan populasi hama menjauhi tanaman, dan (4) mengurangi dampak kerusakan tanaman. Hilje *et al.* (2001) merumuskan teknik pengendalian kultur teknis yang sesuai dengan mekanisme biologi dan ekolo-

**Tabel 1. Klasifikasi tindakan kultur praktis untuk mengendalikan kutu kebul sesuai mekanisme biologi dan ekologi serta skala luasan penerapannya.**

Mekanisme	Skala luasan	Strategi pengendalian
Penghindaran waktu ( <i>avoidance in time</i> )	Regional	Periode tidak ada tanaman (bero), rotasi, dan pengaturan waktu tanam
Penghindaran tempat ( <i>avoidance in space</i> )	Lokal	<i>Screenhouse</i> , memperlebar jarak baris, dan meningkatkan populasi tanaman
Manipulasi perilaku ( <i>Behavioral manipulation</i> )	Lokal	Intercropping dan pemberian mulsa
Kesesuaian inang	Individual	Pemupukan, pengairan
Pemusnahan	Individual	Pengairan dari atas

Sumber: Hilje *et al.* (2001).

ginya untuk meningkatkan keberhasilan mengendalikan kutu kebul (Tabel 1).

Pada tanaman kedelai, komponen teknik pengendalian secara kultur teknis yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

#### a. Mengatur waktu tanam dan panen

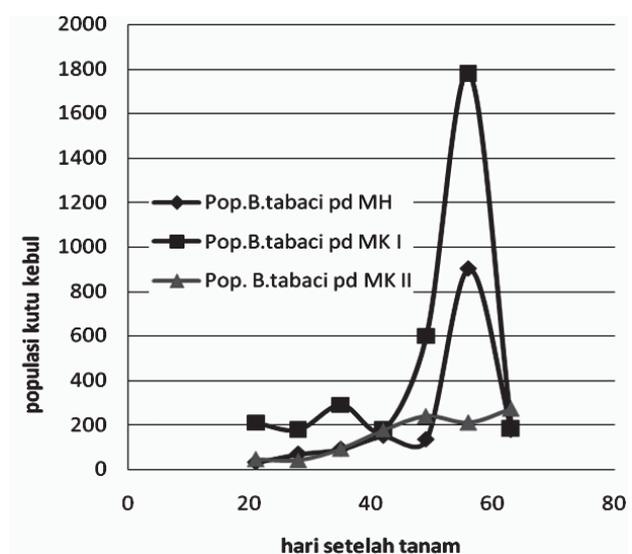
Mengatur waktu tanam dapat dilakukan dengan menanam lebih awal atau menunda waktu tanam. Strategi ini dimaksudkan untuk menghindari periode migrasi dan serangan yang lebih besar, tumpang tindihnya waktu tanam, serta mengatur periode tidak adanya tanaman inang kutu kebul (Stansly dan Natwick 2010). Pada kedelai yang ditanam pada musim kemarau II, antara bulan Juli – November, populasi kutu kebul paling rendah dibanding ketika kutu kebul di tanam pada musim hujan dan kemarau I (Gambar 2). Dengan mengatur waktu tanam sesuai pola perkembangan kutu kebul maka kerusakan yang disebabkan oleh kutu kebul dapat dihindari. Penanaman lebih akhir juga dapat dilakukan untuk menghindari serangan kutu kebul dikombinasikan dengan tindakan sanitasi lahan (Hilje *et al.* 2001).

Penanaman varietas umur genjah dapat menghindarkan tanaman dari serangan kutu kebul. Kedelai varietas Grobogan, Malabar dan Tidar yang mempunyai umur panen sekitar 74–78 hari, dapat dijadikan salah satu usaha untuk menghindarkan tanaman dari serangan hama, mengurangi kesesuaian ekosistem dan mengganggu penyediaan makanan atau keperluan hidup hama.

#### b. Penanaman varietas tahan

Tanaman yang tahan terhadap investasi kutu kebul atau yang dapat menghambat per-

kembangan nimfa karena mengandung zat tertentu dapat membatasi pertumbuhan populasi kutu kebul, mengurangi kerusakan akibat serangan kutu kebul dan mengurangi migrasi masal kutu kebul ke tanaman lain (Stansly dan Natwick 2010). Kutu kebul juga merupakan vektor virus bagi penyakit yang bersifat tidak dapat disembuhkan, sehingga pencegahan tersebarnya virus dengan varietas tahan kutu kebul menjadi komponen pengendalian yang penting (Horowitz *et al.* 2011). Ketahanan varietas unggul kedelai yang telah dilepas di Indonesia terhadap serangan kutu kebul bervariasi, namun varietas kedelai yang tahan terhadap kutu kebul hanya varietas Tengger (Balitkabi 2012), Gema, Detam I, Gepak Ijo, dan Kaba (Sulistyo dan Inayati 2014). Varietas Gepak Kuning, Gepak Ijo, Wilis, Kaba dan Argo-



**Gambar 2. Populasi kutu kebul pada berbagai musim tanam di KP Muneng, Probolinggo, 2010.**

Sumber: Marwoto dan Inayati, 2012.

mulyo termasuk toleran terhadap kutu kebul dengan hasil biji kering mencapai 1,3 t/ha pada serangan yang berat sedang varietas Anjasmoro termasuk varietas rentan hanya mampu menghasilkan 0,15 t/ha. Dengan penanaman varietas tahan, kehilangan hasil dapat ditekan sampai 80% (Inayati dan Marwoto 2013). Upaya perakit-an varietas kedelai yang tahan kutu kebul di Indonesia penting dilakukan karena varietas tahan merupakan salah satu strategi penting dalam upaya mencegah dan menanggulangi serangan hama karena dapat dikombinasikan dengan teknik pengendalian lain (Sulistyo 2014).

### c. Penanaman tanaman penghalang

Tanaman penghalang merupakan salah satu upaya untuk menghalangi penyebaran, migrasi, dan membatasi mobilisasi hama ke tanaman. Tanaman penghalang juga dapat berperan sebagai pelindung alami terhadap vektor virus yang non persisten seperti aphid dan telah terbukti efektif melindungi tanaman dari infeksi virus. Idealnya tanaman penghalang menggunakan tanaman bukan inang dari hama target. Selain itu juga perlu pemahaman tentang perilaku hama seperti kebiasaan terbangnya dan bagaimana tanaman penghalang mempengaruhi perilaku hama dan musuh alaminya. Pemahaman yang baik tentang hal tersebut akan membantu dalam merancang strategi pengendalian dengan manipulasi habitat hama yang ramah lingkungan (Hooks dan Careres 2006). Pemanfaatan tanaman penghalang untuk mengendalikan kutu telah dilakukan, di antaranya penelitian Moreau (2010) menunjukkan kombinasi tanaman perangkap dan *yellow sticky traps* mampu menurunkan populasi kutu kebul pada pertanaman cabai sampai 53%. Pada pertanaman kedelai di KP Muneng Probolinggo, dengan tanaman jagung yang ditanam rapat di sekeliling pertanaman kedelai menjadi penghalang

migrasi hama kutu kebul (Marwoto 2012). Populasi kutu kebul pada tanaman kedelai yang tidak diberi tanaman penghalang rata-rata 50% lebih tinggi dibanding tanaman kedelai yang diberi penghalang sejak 35 hari setelah tanam (Tabel 2). Pada 63 HST, populasi kutu kebul pada petak dengan tanaman penghalang hanya sepertiga dari populasi kutu kebul pada petak tanpa penghalang. Tanaman jagung selain bermanfaat sebagai penghalang fisik masuknya kutu kebul ke pertanaman kedelai juga dapat berfungsi sebagai inang bagi serangga predator bagi kutu kebul seperti kumbang Coccinellidae (*Menochilus sexmaculatus* Fab.). Dengan adanya tanaman jagung di sekeliling tanaman kedelai diharapkan juga dapat melestarikan dan meningkatkan musuh alami yang telah ada dengan memanipulasi lingkungan sehingga menguntungkan kemampuan bertahan hidupnya. Penanaman jagung lebih awal yaitu 3 minggu sebelum tanaman kedelai dapat mencegah masuknya kutu kebul dari luar ke petak pertanaman kedelai.

### d. Sistem pengairan yang teratur

Ketersediaan air berpengaruh terhadap siklus hidup kutu kebul, perkembangbiakannya, dan kemampuannya untuk bertahan hidup. Air yang berlimpah serta aplikasi pupuk nitrogen memperparah serangan kutu kebul pada tanaman kapas (Bi *et al.* 2005). Sejalan dengan penelitian Abd-Rabou dan Simmons (2012) bahwa metode pengairan yang berbeda yaitu irigasi tetes, sprinkler, dan penyiraman melalui saluran/got berpengaruh terhadap populasi kutu kebul dan tersebarnya penyakit akibat virus yang ditularkan oleh kutu kebul pada pertanaman sayur. Karena itu integrasi teknik pengairan dengan cara pengendalian lain perlu untuk meningkatkan keberhasilan pengendalian hama kutu kebul secara berkelanjutan. Telah banyak dilakukan penelitian tentang

**Tabel 2. Populasi kutu kebul *B.tabaci* pada tanaman kedelai dengan tanaman penghalang dan tanpa tanaman penghalang.**

Perlakuan	Populasi kutu kebul pada ke-			
	21 HST	35 HST	49 HST	63 HST
Dengan tanaman penghalang	34,67 a	42,57 b	453,49 b	69,05 b
Tanpa tanaman penghalang	31,29 a	71,86 a	804,96 a	225,51 a

Keterangan: angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.  
Sumber: Marwoto dan Inayati 2012.

pengaruh ketersediaan air disekitar pertanaman terhadap populasi kutu kebul antara lain; (1) cekaman air di sekitar pertanaman menyebabkan meningkatnya populasi kutu kebul (Flint *et al.* 1996 Byrne 1999), (2) air hujan berlebih yang disertai angin dapat mengurangi populasi kutu kebul, (3) pengairan yang konsisten dengan interval pengairan irigasi singkat sesuai kebutuhan tanaman dapat membatasi perkembangan kutu kebul (Legget 1993, Flint *et al.* 1996), (4) pengairan tambahan dengan sprinkler dapat mengurangi populasi dan serangan kutu kebul pada tanaman kapas dan tomat (Castle *et al.* 1996, Hilje *et al.* 2001). Populasi *B.tabaci* berkurang secara signifikan pada kapas yang diairi dengan sprinkler dibanding pada pengairan dengan irigasi tanpa mengurangi populasi musuh alamnya (Gencsoylu *et al.* 2003). Penelitian Lateef *et al.* 2009 menggunakan pengairan dengan *sprinkler* elektrostatis dipadukan insektisida dapat menekan populasi kutu kebul karena dengan metode ini dapat meningkatkan efikasi insektisida yang diaplikasikan secara bersamaan untuk mengendalikan kutu kebul. Penelitian pengairan dengan *sprinkler* mampu menekan intensitas serangan kutu kebul di KP Muneng, Probolinggo, meskipun tidak berpengaruh terhadap penekanan populasi hama kutu kebul (Tabel 3).

#### e. Pergiliran tanam dan pengaturan pola tanam

Pergiliran tanaman dan pengaturan pola tanam dengan menanam tanaman bukan inang dapat memutus kesinambungan penyediaan makanan bagi kutu kebul di suatu tempat, dan mengurangi migrasi hama antarjenis tanaman yang dapat mengurangi populasi awal hama di suatu tempat (Hilje *et al.* 2001, Ellsworth dan Carillo 2001). Rotasi tanaman paling efektif untuk mengendalikan hama yang memiliki kisaran makanan sempit dan kemampuan migrasi terbatas terutama pada fase yang aktif

makan. Mengingat luasnya sebaran inang kutu kebul maka perlu perhatian pada tanaman yang akan digunakan sebagai tanaman rotasi. Pada lahan sawah tadah hujan, rotasi dengan tanaman padi dapat dilakukan karena padi tidak termasuk inang kutu kebul, sedangkan untuk lahan kering pergiliran tanaman dapat dilakukan dengan jagung. Pergiliran dengan tanaman hortikultura seperti cabai, tomat, terong, dan melon serta kacang tanah tidak dianjurkan pada daerah endemik kutu kebul karena kedua tanaman ini termasuk inang kutu kebul.

Pengaturan pola tanam dengan tumpang sari juga dapat dilakukan untuk memanipulasi habitat dalam upaya mengendalikan kutu kebul. Tumpang sari ubikayu dengan jarak pagar dan kapas secara signifikan menurunkan populasi kutu kebul (telur, larva, dan dewasa) pada pertanaman ubikayu (Ewusie *et al.* 2010).

#### f. Sanitasi sisa tanaman atau tanaman lain yang dapat dipakai sebagai inang

Teknik sanitasi atau pembersihan lahan pada areal bekas pertanaman merupakan cara pengendalian bercocok tanam yang paling tua dan cukup efektif menurunkan populasi hama. Banyak hama yang bertahan hidup atau berdiapause di sisa-sisa tanaman. Dengan membersihkan sisa-sisa tanaman dapat dikurangi laju peningkatan populasi hama dan ketahanan hidup hama. Pada prinsipnya teknik sanitasi dilakukan dengan membersihkan lahan dari sisa-sisa tanaman singgang, tunggul tanaman atau bagian-bagian tanaman lain yang tertinggal setelah masa panen. Bagian tanaman tersebut seringkali merupakan tempat berlindung hama, tempat berdiapause, atau tempat tinggal sementara sebelum tanaman utama kembali ditanam. Tindakan sanitasi dapat dilakukan dengan penghancuran: (1) sisa-sisa tanaman yang masih hidup, (2) tanaman atau bagian tanaman yang terserang hama, (3) sisa tanaman yang sudah mati, (4) jenis tanaman

**Tabel 3. Populasi kutu kebul dan intensitas serangan pada teknik pengairan yang berbeda.**

Perlakuan	22 HST		36 HST		50 HST		63 HST	
	Pop	IS	Pop.	IS	Pop	IS	Pop	IS
Pengairan <i>Sprinkler</i>	145,0 <sup>a</sup>	5,7 <sup>b</sup>	227,1 <sup>a</sup>	5,7 <sup>b</sup>	26,5 <sup>a</sup>	22,2 <sup>b</sup>	39,8 <sup>a</sup>	25,4 <sup>b</sup>
Pengairan Irigasi	18,3 <sup>b</sup>	7,5 <sup>a</sup>	21,4 <sup>b</sup>	26,8 <sup>a</sup>	10,6 <sup>b</sup>	35,2 <sup>a</sup>	29,3 <sup>b</sup>	41,8 <sup>a</sup>

Keterangan: Pop = populasi kutu kebul, IS = Intesitas serangan kutu kebul (%), angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji LSD pada taraf 5%.

Sumber: Inayati dan Marwoto 2013.

lain yang dapat menjadi inang pengganti, dan (5) sisa-sisa bagian tanaman yang jatuh atau tertinggal di permukaan tanah seperti buah dan daun. Sanitasi lahan untuk pengendalian hama kutu kebul telah memberikan hasil yang memuaskan dan berhasil mengurangi populasi kutu kebul yang ada di lapang (Stansly dan Schuster 1990, Hilje *et al.* 2001).

Pengelolaan tanaman dengan cara-cara budidaya merupakan upaya preventif yang akan berhasil dengan baik apabila dilakukan dengan perencanaan yang baik, terkoordinasi, dan dilakukan dalam skala yang luas. Karena itu hambatan dalam implementasinya tidaklah sedikit, di antaranya sulit untuk melakukan klarifikasi efektivitas dari masing-masing cara pengendalian yang dilakukan karena sifat kutu kebul yang sangat *mobile*, dan tidak ada satu cara yang benar-benar efektif mengendalikan kutu kebul kecuali digabungkan dengan cara pengendalian lainnya. Untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengendalian kutu kebul secara kultur teknis maka perlu dipadukan dengan teknik-teknik pengendalian hama lainnya yang sesuai dengan prinsip-prinsip PHT.

Pada tanaman kedelai, kombinasi tanaman penghalang berupa tanaman jagung dan insektisida untuk menekan perkembangan populasi kutu kebul pada tanaman kedelai di KP Muneng menunjukkan hasil yang positif. Pengaruh pemberian tanaman penghalang dan kombinasi insektisida kimia terlihat dari lebih rendahnya populasi kutu kebul pada petak yang

diberi penghalang (A) dibanding petak tanpa penghalang (B) (Tabel 4).

Selain itu kombinasi varietas tahan dengan insektisida juga memberikan pengaruh positif dalam menekan populasi kutu kebul. Aplikasi insektisida profenofos 500 g/l (2 ml/l) dan lamdasihalotrin 106 g/l + tiamektosam 141 g/l (1ml/l) pada varietas tahan seperti Gepak Kuning, Gepak Ijo, Wilis, Kaba, dan Argomulyo dapat menurunkan populasi kutu kebul di pertanaman kedelai.

Pengendalian biologi yang dikombinasikan dengan cara kultur praktis juga potensial untuk dikembangkan dan relatif ramah lingkungan. Beberapa kombinasi pengendalian biologi dengan cara kultur teknis yang dapat dilakukan antara lain; (1) Pengendalian biologi yang dikombinasikan dengan penanaman tanaman penghalang atau tanaman perangkap dan (2) Pengendalian biologi dengan varietas tahan. Jamur-jamur entomopatogen seperti *Beauveria bassiana*, *Isaria fumorosea*, *Verticilium lecanii*, telah diformulasi dan dijual secara komersial di untuk mengendalikan kutu kebul. Selain itu pemanfaatan musuh alami kutu kebul seperti *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus*, *Macrolophus caliginosus*, *Nesidiocoris tenuis*, dan *Amblyseius swirskii* juga dilaporkan efektif mengendalikan kutu kebul (Stansly dan Natwick 2010). Pada tanaman kedelai, kombinasi varietas tahan (Argomulyo dan Wilis) dengan aplikasi suspensi cendawan *L. lecanii* dapat menurunkan populasi *B. tabaci*, baik terjadi pada varietas Argomulyo (berbiji

**Tabel 4. Populasi kutu kebul pada kombinasi tanaman penghalang dan insektisida di KP Muneng, Probolinggo, 2010.**

Perlakuan	Populasi <i>B.tabaci</i> pada ke-					
	21 HST		49 HST		63 HST	
	A	B	A	B	A	B
Tiametoksam 25%: 1 g/l	43,67 b	63,00 a	461,7 b	791,7 a	71,00 b	185,0 a
Lamdasihalotrin 106 g/l + tiametoksam 141 g/l: 1 g/l	47,00 b	75,00 a	502,7 b	751,3 a	70,00 b	196,3 a
Asefat 75%: 2 ml/l	43,33 b	70,67 a	475,0 b	789,3 a	66,00 b	200,0 a
Imidakloprid 5 %: 1 g/l	52,00 b	80,67 a	443,7 b	802,0 a	73,33 b	205,3 a
Diafentiuron 500 g/l: 2 ml/l	39,33 b	68,67 a	384,3 b	791,7 a	61,00 b	244,3 a
Serbuk biji mimba 50 g/l	39,67 b	72,00 a	392,7 b	848,7 a	74,00 b	266,0 a
Kontrol	33,00 b	73,00 a	514,3 b	860,0 a	68,00 b	281,7 a

Keterangan: (A) dengan penghalang, (B) tanpa penghalang. Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji LSD pada taraf 5%.

Sumber: Inayati dan Marwoto 2012.

**Tabel 5. Populasi kutu kebul pada kombinasi varietas dan aplikasi insektisida di KP Muneng, Probolinggo, 2010.**

Varietas	Populasi kutu kebul pada...					
	21 HST		45 HST		56 HST	
	A	B	A	B	A	B
Gepak Kuning	38 <sup>ab</sup>	41 <sup>ab</sup>	147 <sup>b</sup>	205,3 <sup>a</sup>	225,7 <sup>ab</sup>	177,3 <sup>b</sup>
Gepak Ijo	55,3 <sup>a</sup>	55,3 <sup>a</sup>	144,3 <sup>b</sup>	212 <sup>a</sup>	215,7 <sup>ab</sup>	177,3 <sup>b</sup>
Wilis	47,7 <sup>ab</sup>	55,7 <sup>a</sup>	117,7 <sup>b</sup>	192 <sup>a</sup>	240,3 <sup>a</sup>	202 <sup>ab</sup>
Kaba	31,7 <sup>b</sup>	46,3 <sup>ab</sup>	145,7 <sup>b</sup>	200 <sup>a</sup>	213,3 <sup>ab</sup>	211 <sup>ab</sup>
Anjasmoro	45,7 <sup>ab</sup>	47,7 <sup>ab</sup>	147 <sup>b</sup>	210,7 <sup>a</sup>	241,3 <sup>a</sup>	218 <sup>ab</sup>
Argomulyo	48,7 <sup>ab</sup>	47,7 <sup>ab</sup>	140,7 <sup>b</sup>	187 <sup>a</sup>	236 <sup>ab</sup>	194,3 <sup>ab</sup>

Keterangan: A= dengan aplikasi insektisida, B= tanpa aplikasi insektisida. Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 0,05.

Sumber: Marwoto *et al.* 2010.

besar) maupun Wilis (berbiji kecil) (Marwoto *et al.* 2012).

### KESIMPULAN

Pengendalian hama kutu kebul dengan pendekatan pengendalian hama terpadu (PHT) melalui praktik budidaya dapat dilakukan dengan cara; (a) pengaturan waktu tanaman dan panen, (b) pemilihan varietas yang toleran, (c) penggunaan tanaman penghalang, (d) pengaturan ketersediaan air dan cara pengairannya, (e) pergiliran tanaman dan pengaturan pola tanam, dan (f) sanitasi. Untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengendalian secara bercocok tanam perlu dipadukan dengan teknik-teknik pengendalian hama lainnya sesuai dengan prinsip-prinsip PHT.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abd-Rabou, S. and A.M. Simmons. 2012. Effect of three irrigation methods on incidences of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) and some whitefly-transmitted viruses in four vegetable crops. *Trends in Entomol.* 8: 21–26.
- Alvin M. Simmons, A. M. H. F. Harrison, and Kai-Shu LING. 2008. Forty-nine new host plant species for *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Entomological Sci.* 11(4): 385–390.
- Bethke J.A., F.J. Byrne, G.S. Hodges, C.L. McKenzie, R.G. Shatters. 2009. First record of the Q biotype of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, in Guatemala. *Phytoparasitica* 37: 61–64.
- Bi J.L., D.M. Lin, K.S. Lii, N.C. Toscano. 2005. Impact of cotton planting date and nitrogen fertilization on *Bemisia argentifolii* populations. *Insect Sci.* 12:31–36.
- Briddon, R.W. and P.G. Markham. 2000. Cotton leaf curl virus disease. *Virus Res.* 71: 151–159.
- Brown, J.K. 2011. Family *Geminiviridae*. In King, A.M.Q. *et al.* (ed.). *Virus Taxonomy*. 9th Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. London: Elsevier Acad. Press: 351–373.
- Byamukama, E., R.W. Gibson, V. Aritua and E. Adipala. 2004. Within-crop spread of sweet potato virus disease and the population dynamics of its whitefly and aphid vectors. *Crop Prot.* 23: 109–116.
- Byrne, D.N., 1999. Migration and dispersal by the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Agric. Forest Meteorol.* 97, 309–316.
- Castle, S.J., T.J. Henneberry and N.C. Toscano. 1996. Suppression of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) infestation in cantaloupe and cotton with sprinkler irrigation. *Crop Prot.* 15: 657–663.
- Cook R.J. 2000. Advances in plant health management in the twentieth century. *Ann. Rev. Phytopathol.* 38:95–116.
- Cuthbertson, A.G.S., 2013. Update on the status of *Bemisia tabaci* in the UK and the use of entomopathogenic fungi within eradication programmes. *Insects* 4: 198–205.
- de Barro P.J., S.S. Liu, L.M. Boykin, A. Dinsdale, 2011. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. *Annu Rev Entomol* 56:1–19.
- Ellsworth P.C., J. L. Carrillo. 2001. IPM for *Bemisia tabaci*: a case study from North America. *Crop Prot.* 20: 853–869.
- Ewusie E.A., M.N. Parajulee, D.A. Adabie-Gomez, D. Wester. 2010. Strip Cropping: A Potential IPM

- Tool for Reducing Whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) Infestations in Cassava. *West African J. of Applied Ecol.* 17: 109–119.
- Faust R. M., 2008. General Introduction to Areawide Pest Management. USDA-ARS / UNL Faculty. USDA Agricultural Research Service –Lincoln, Nebrask. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1650&context=usdaarsfacpub>.
- Fernández E., C. Grávalos, P.J. Haro, D. Cifuentes, P. Bielza. 2009. Insecticide resistance status of *Bemisia tabaci* Q-biotype in south-eastern Spain. *Pest Manag. Sci.* (65): 885–891.
- Flint H.M., Naranjo S.E., Leggett J.E., Henneberry T.J. 1996. Cotton water stress, arthropod dynamics, and management of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 89:1288–1300.
- Fukuta, S., S. Kato, K. Yoshida, Y. Mizukami, A. Ishida, J. Ueda, M. Kanbe, Y. Ishimoto. 2003. Detection of tomato yellow leaf curl virus by loop-mediated isothermal amplification reaction. *J. Virological Methods* 112:35–40.
- Gencsoylu, I., A.R. Horowitz, F. Sezgin and C. Ncuere, 2003. Methods on *Bemisia tabaci* populations in cotton field. *Phytoparasitica*, 31: 139–143.
- Gerling, D and S. E. Naranjo. 1998. The Effect of Insecticide Treatments in Cotton Fields on the Levels of Parasitism of *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Biological Control* 12: 33–41.
- Hequet E., Henneberry T.J., Nichols R.L. (eds). 2007. Sticky cotton: causes, effects, and prevention. USDA-ARS Tech. Bull. No. 1915. 210 p.
- Hilje, L., H.S. Costa, H.A. Stansly. 2001. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases. *Crop Protect.* 20: 801–812.
- Hill, D.S. 1987. Agricultural insect pest of the tropics and their control. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 66 p.
- Hooks, C.R.R., and A. Fereres. 2006. Protecting crops from non-persistently aphid-transmitted viruses: A review on the use of barrier plants as a management tool. *Virus Res.* 120: 1–16.
- Horowitz, A.R., Antignus, Y. and Gerling D. 2011. Management of *Bemisia tabaci* Whiteflies. In W.M.O. Thompson (ed.), *The Whitefly, Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) Interaction with Geminivirus-Infected Host Plants, Springer Dordrecht, p 293–322. [www.researchgate.net/publication/...tabaci.../79e4150caeb64c6e52.pdf](http://www.researchgate.net/publication/...tabaci.../79e4150caeb64c6e52.pdf).
- Hunter, M.S., Woolley, J.B., 2001. Evolution and behavioral ecology of heteronomous aphelinid parasitoids. *Ann. Rev. Entomol.* 46: 251–290.
- Inayati, A. dan Marwoto. 2012. Pengaruh kombinasi aplikasi insektiida dan varietas unggul terhadap intensitas serangan kutu kebul dan hasil kedelai. *J. Penelitian Pertanian* 31:13–21.
- Jones D.R. 2003. Plant viruses transmitted by whitefly. *European J. Plant Pathol.* 109:195–219.
- Latheef, M.A., J.B. Carlton, I.W. Kirk, W.C. Hoffmann. 2009. Aerial electrostatic-charged sprays for deposition and efficacy against sweet potato whitefly (*Bemisia tabaci*) on cotton, *Pest Manag. Sci.* 65: 744–752.
- Leggett, J.E., 1993. Comparison of arthropods sampled from cultivars of upland and pima cotton with drip and furrow irrigation. *Southwest. Entomol.* 18: 37–43.
- Luo, C., C.M. Jones, G. Devine, F. Zhang, I. Denholm, K. Gorman. 2010. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* biotype Q (Hemiptera: Aleyrodidae) from China, *Crop Prot.* 29: 429–434.
- Manandhar, R., Cerruti R. R. Hooks, and M.G. Wright. 2009. Influence of Cover Crop and Inter-crop Systems on *Bemisia argentifolli* (Hemiptera: Aleyrodidae) Infestation and Associated Squash Silverleaf Disorder in Zucchini. *Environ. Entomol.* 38(2):442–449.
- Manzano, M.R., J.C. van Lenteren and C. Cardona. 2003. Influence of pesticide treatments on the dynamics of whiteflies and associated parasitoids in snap bean fields. *BioControl* 48: 685–693.
- Marwoto dan A. Inayati. 2012. Pengendalian Kutu Kebul *B. tabaci* Genn. Menggunakan Kombinasi Tanaman Penghalang dan Insektisida Kimia. Pros. Seminar Nasional Hasil Penelitian Kacangkacangan dan Umbi-umbian. Puslitbangtan: 279–288.
- Marwoto, E. Wahyuni dan K.E. Neering. 1991. Pengelolaan Pestisida dalam Pengendalian Hama Kedelai Secara Terpadu. Monograf Balittan Malang. No 7. 39 hlm.
- Marwoto. 2010. Teknologi Pengendalian hama kutu kebul *Bemisia tabaci* pada produksi kedelai di lahan optimal untuk menekan kehilangan hasil sebesar 30%. Laporan Penelitian Balitkabi 2010.
- Mckenzie C.L., G. Hodges, L.S. Osborne, F.J. Byrne, R.G. Shatters Jr. 2009. Distribution of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in Florida—investigating the Q invasion. *J Econ. Entomol.* 102(2):670–676. doi: 10.1603/029.102.0227.
- Moreau, T. 2010. Manipulating whitefly behavior using plant resistance, reduced risk spray, trap crops and yellow sticky trap for improved control for sweet paper greenhouse crops. Thesis for Ph.D. in The Univ. of British Columbia. Vancouver. 114 p.
- Morin, S., M. Ghanim, M. Zeidan, H. Czosnek, M.n Verbeek, and Johannes F. J. M van den Heuvel. 1999. A GroEL Homologue from Endosymbiotic Bacteria of the Whitefly *Bemisia tabaci* Is Implicated in the Circulative Transmission of Tomato

- Yellow Leaf Curl Virus. *Virology* 256: 75–84.
- Naranjo S.E. and P. C. Ellsworth. 2009. Fifty years of the integrated control concept: moving the model and implementation forward in Arizona. *Pest Manag. Sci.* 65:1267–1286.
- Naranjo, S.E., S.J. Castle, P.J. Barro, and S.S. Liu. 2010. Population dynamics, demography, dispersal and spread of *Bemisia tabaci*. pp. 185–226 in P.A. Stansly and S.E. Naranjo, (eds.) *Bemisia: Bionomics and management of a global pest*. Springer, New York, NY.
- Oka, I.N., 2005. Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia. Cet. ketiga. Gajah Mada Univ. Press. 254 hlm.
- Okada, T., W. Tengkano dan T. Djuarso. 1988. An Outline of Soybean Pest in Indonesia in Faunistic Aspects. Seminar Balittan Bogor, 6 Desember 1988. 37 hlm.
- Palumbo, J.C., A.R. Horowitz, and N. Prabhaker. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. *Crop Prot.* 20: 739–765.
- Pedigo, L.P. 1996. *Entomology and Pest Management*. MacMillan. New York. 520 p.
- Perring, T.M., 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection* 20: 725–737.
- Saleh, N. dan S. Hardaningsih. 2007. Pengendalian penyakit terpadu pada tanaman kedelai. *Kedelai. Teknologi dan Pengembangan*. Puslitbangtan. 319–344.
- Shadmany, M., D. Omar and R. Muhamad. 2013. First report of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) Biotype Q in Malaysia. *Florida Entom.* 96(1): 280–282. DOI: <http://dx.doi.org/10.1653/024.096.0147>
- Shatters, R.G., Jr., C.A. Powell, L.M. Boykin, H.L. Sheng, and C.L. McKenzie. 2009. Improved DNA barcoding method for *Bemisia tabaci* (Gennadius) and related Aleyrodidae: development of universal and *Bemisia tabaci* biotype-specific mitochondrial cytochrome c oxidase I polymerase chain reaction primers. *J. Econ. Entomol.* 102: 950–958.
- Srinivasan R., Yun-che Hsu, P. Kadirvel, and Meiyang Lin. 2013. Analysis of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) Species Complex in Java, Indonesia Based on Mitochondrial Cytochrome Oxidase I Sequences. *St.* 96(3): 290–295.
- Stansly P.A., and Eric T. Natwick. 2010. Integrated Systems for Managing *Bemisia tabaci* in Protected and Open Field Agriculture in P.A. Stansly, S.E. Naranjo (eds.), *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest*. 467 p.
- Stansly, P.A., Schuster, D.J., 1990. Update on sweetpotato whitefly. In: Stall, W.M. (Ed.). *Proc. of the Florida Tomato Institute Vegetable Crops Special Series SS-VEC-001*. IFAS, Univ. of Florida, Gainesville, p. 41–59.
- Stern V.M., R.F. Smith., van den Bosch R, K.S. Hagen. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia*. 29:81–101.
- Tengkano, W., H. Okada, N. Nonci, M. Yasin, and D. Damayanti. 1991. Distribution of *Bemisia tabaci* Genn. in some soybean areas in Indonesia. In *Research Reviews: The Strengthening of Pioneering Research for Palawija Crop Production Project* (eds. G.K Untung & S. Nishimaya). Central Research Institute for Food Crops, Bogor: 14–15.
- Untung, K. 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (Edisi Kedua)*. Gajah Mada Univ. Press. 348 hlm.
- Valverde, R.A., Jeonggu Sima, and Pongtharin Lotrakul. 2004. Whitefly transmission of sweet potato viruses. *Virus Research* 100: 123–128.
- Zabel, A, B. Manojlovic, S. Stankovic, S. Rajkovic and M. Kostic. 2001. Control of Whitefly *Trialeurodes vaporariorum* Westw. (homoptera, Aleyrodidae) on tomato by the new insecticide Acetamiprid. *J. Pest Sci.* 74: 52–56.